
INTEGRATION DES TICE : CONCEVOIR, EXPÉRIMENTER ET MUTUALISER DES RESSOURCES PEDAGOGIQUES

Dominique GUIN, Luc TROUCHE
Irem de Montpellier

L'article présente une expérience de conception de ressources pédagogiques dans le cadre d'un dispositif de formation à distance d'enseignants. Ce dispositif, le SFODEM, est l'objet d'un partenariat entre l'IREM, le rectorat, le CRDP et l'IUFM de Montpellier et la direction des technologies du Ministère de l'Éducation Nationale. Quelques exemples de ressources conçues dans ce cadre peuvent être consultées sur PUBLIREM (on y accède par « recherche : SFODEM ») et sur le site de l'IREM de Montpellier (www.irem.univ-montp2.fr). Un cédérom de bilan a été édité (Guin, Joab & Trouche 2003). Les lecteurs intéressés y trouveront des résultats de la phase expérimentale du SFODEM, du point de vue des ressources réalisées et de tous les acteurs engagés dans ce dispositif.

Introduction

L'Irem de Montpellier mène depuis plusieurs années des recherches sur *l'intégration des TICE* (Guin & Trouche 2002). Ces travaux, comme ceux d'autres recherches (Abboud 1998) menées sur ce thème, mettent en évidence que l'intégration des TICE dans les pratiques professionnelles des enseignants reste encore *marginale* (l'on estime à moins de 15% la proportion d'enseignants qui intègrent les TICE dans leurs pratiques professionnelles). Cette situation contraste fortement avec une volonté institutionnelle nationale d'intégration des TICE qui s'affirme non seulement dans les programmes, mais également dans le sou-

ten des innovations et recherches dans ce domaine.

Dans ce contexte, il paraît naturel de s'interroger sur les raisons de cette intégration marginale : il s'avère que dans la plupart des recherches dans ce domaine, les hypothèses étaient souvent trop optimistes, elles s'appuyaient sur un postulat d'amélioration des apprentissages, plutôt que sur un réel questionnement. De plus, les difficultés d'intégration ont été largement sous-estimées et peu de recherches se sont réellement centrées sur l'enseignant (Collectif CNCRE 2000).

L'intégration des TICE nécessite non seulement une *maîtrise technique des outils informatiques*, mais surtout un *renouvellement des pratiques* professionnelles qui ne peut s'inscrire que dans la durée, car l'introduction de ces outils dans la classe modifie profondément *le rôle de l'enseignant*. La formation continue des professeurs a sur ce point une importance décisive (Artigue 1998), mais il s'avère que les dispositifs actuels de formation continue, le plus souvent réduits à des stages de trois jours, sont particulièrement *inadaptés* si l'on vise une intégration réelle des TICE (Guin 2001).

C'est dans ce contexte que l'Irem de MontPELLIER a conçu un dispositif de suivi de formation à distance, le SFODEM (Suivi de Formation à Distance des Enseignants de Mathématiques), visant à accompagner les enseignants dans *l'appropriation* et dans *l'expérimentation* de nouvelles *ressources pédagogiques*. Ce dispositif, qui s'intègre dans le plan de formation de l'Académie de Montpellier, va dans le sens des propositions du rapport sur la *renovation du dispositif de formation des enseignants* remis au Ministre de l'Éducation Nationale, suggérant en particulier de "développer des dispositifs de formation à distance, utilisant les technologies de l'information et de la communication, articulant des ressources et des activités à distance et des regroupements" (Cornu & Brihault 2001).

L'objectif du SFODEM est ainsi de concevoir un *accompagnement continu* des enseignants dans leur effort pour intégrer les TICE au niveau de leurs pratiques quotidiennes, en instaurant des nouveaux modes de travail *collaboratif* entre tous les membres impliqués (pilotes, formateurs et stagiaires). Le travail est essentiellement centré sur la conception de ressources pédagogiques, celles-

ci évoluent du fait qu'elles sont expérimentées par les enseignants stagiaires. Elles sont donc régulièrement *enrichies* par l'expérience des utilisateurs et constituent ainsi des ressources vivantes au sein d'une communauté de pratique. Le dispositif SFODEM exploite les moyens de communication à distance les plus récents, puisqu'il s'agit de la plate-forme *Plei@d* (version 4) développée par le CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) des Pays de Loire.

La phase expérimentale du SFODEM s'est étendue de septembre 2000 à juin 2002. Son bilan est édité sous la forme d'un *céderom* (Guin, Joab & Trouche 2003). Cet article présente succinctement le dispositif et le processus de conception des ressources pédagogiques ; il donne quelques éléments de ce bilan.

1. Présentation du dispositif SFODEM

1.1. Plusieurs thèmes de formation

Les équipes de recherche de l'Irem abordent l'intégration des TICE sous différents angles (utilisation exclusive par le professeur d'une tablette de rétroprojection, équipement en calculatrices ou en ordinateurs portables d'une classe complète, utilisation du courrier électronique pour la résolution coopérative de problèmes, etc.). Chaque type d'intégration nécessite une *réorganisation* différente de la classe et induit des pratiques pédagogiques très diversifiées. Pour tenir compte de cette diversité, le SFODEM propose cinq thèmes de formation. Cette diversité des thèmes répond aussi à un autre objectif : dégager des *invariants* dans les modes de communication et d'organisation permettant de mettre en évi-

dence les conditions nécessaires à la *viabilité* de ce type de dispositif dans d'autres contextes. Voici ces cinq thèmes :

Thème 1

La formation est centrée sur le numérique et l'algébrique et sur l'articulation de ces deux domaines : l'identification des obstacles épistémologiques liés à l'algèbre, le repérage des difficultés d'apprentissage des élèves (Girmens & al, in CFEM 2002), la recherche des conditions d'intégration des calculatrices, plus généralement des TICE en algèbre : par exemple, le logiciel PEPITE (Jean, Delozanne & Grugeon 1997) et le logiciel EDIX (Bouhineau & al, in Desmoulin & al 2001).

Thème 2

La formation vise à identifier les conditions nécessaires à l'intégration des calculatrices graphiques et symboliques (Bernard & al 1997). Les formateurs enseignent d'ailleurs dans des classes expérimentales, dont tous les élèves sont pourvus de calculatrices complexes. L'objectif du thème 2 est la transposition des expériences d'intégration des classes expérimentales vers d'autres classes, transposition qui devrait être facilitée par la continuité des échanges.

Thème 3

La formation est centrée sur l'intégration de fichiers informatiques interactifs en rétroprojection dans la classe (Salles, in Guin 1999). L'intérêt de ce type de dispositif est qu'il permet une intégration de l'outil informatique dans des salles " ordinaires " ne disposant pas d'un équipement informatique lourd. Des *scénarios d'usage* (Guin, Delgoulet & Salles, in CFEM 2002), ont été proposés lors

de stages de formation classiques, mais le bilan a fait apparaître un faible transfert vers la pratique quotidienne, faute d'*accompagnement* des enseignants.

Thème 4

La formation porte sur l'utilisation des TICE pour l'enseignement de la statistique. Ces recherches sont en phase avec le renouvellement des programmes de mathématiques, qui prévoient la simulation d'expériences aléatoires (IREM 2001 ; Fontana & Noguès 2002), l'estimation d'une caractéristique d'une population, la notion d'intervalle de confiance, l'ajustement des données statistiques à un modèle, la notion de corrélation. La formation proposée a pour objectif de familiariser les enseignants à la démarche de modélisation à partir de résultats empiriques observés, lors de simulations d'expériences aléatoires.

Thème 5

L'objectif fondamental de la formation proposée est de favoriser l'évolution des pratiques des enseignants autour de la résolution de problèmes ouverts, à partir d'un travail collaboratif à distance reposant sur la mise en réseau de plusieurs classes. La mise en situation des enseignants, dans le cadre de ce travail collaboratif, doit favoriser une évolution de leurs pratiques, à la fois dans leur classe et à l'intérieur des équipes pédagogiques de leurs établissements. La formation vise à identifier également les conditions favorisant, chez les élèves, une activité de recherche mathématique, comme, par exemple, les *narrations de recherche* (Sauter 1998).

Ces thèmes sont donc très variés sur le plan des outils informatiques qu'ils intègrent et des pratiques pédagogiques mises en œuvre.

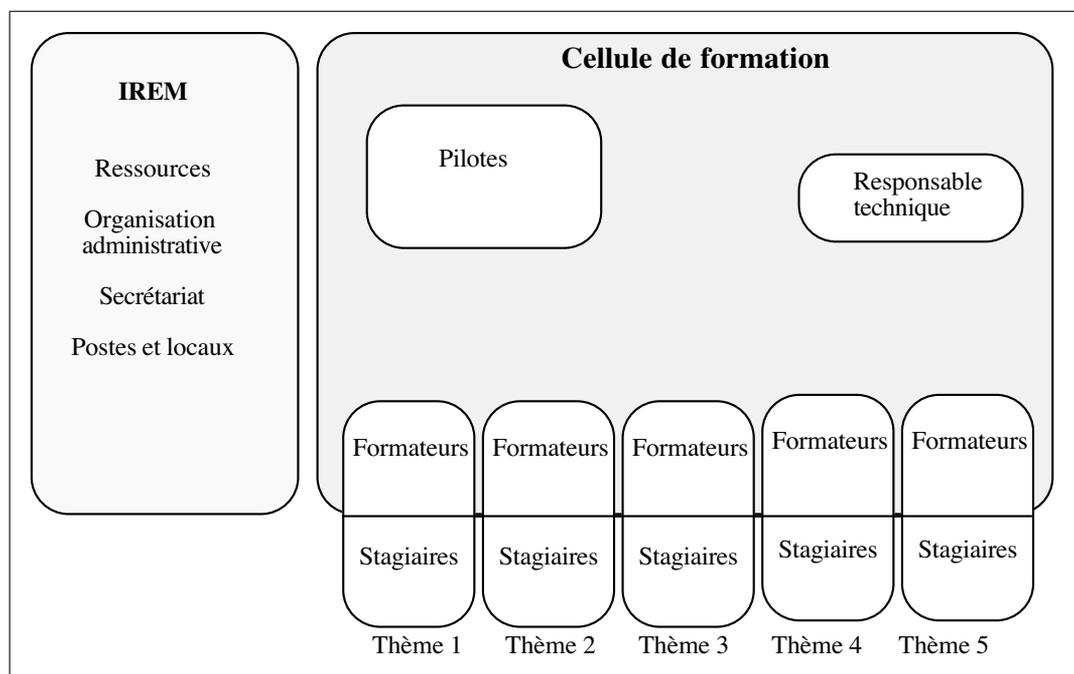


Figure 1. La structure du SFODEM

La question qui se pose est alors la suivante : peut-on penser un dispositif de formation et une structure de ressources commune à tous ces thèmes ?

1.2. L'organisation du travail

Les premières expérimentations réalisées dans le domaine de l'enseignement (Boullier 2000) ou de la formation professionnelle (Vasquez Bronfman 2000) à distance ont mis en évidence le rôle primordial de la *planification* et de la *régulation* dans la mise en œuvre d'un dispositif de formation à distance, surtout dans sa phase de conception. Cette planification et cette régulation s'effectuent essentiellement, pour le SFODEM, à partir

d'interactions en présentiel et à distance, dans le cadre d'une *cellule de formation*. Cette cellule (figure 1) regroupe les pilotes (Dominique Guin, Michelle Joab et Luc Trouche), la responsable technique et les formateurs des cinq thèmes.

L'Irem met à disposition les ressources pédagogiques initiales), assure le secrétariat et fournit locaux et postes de travail. Les trois pilotes assurent collectivement le suivi scientifique du dispositif. La cellule de formation se réunit six fois par an. Chaque réunion est organisée à partir d'un *ordre du jour* et donne lieu à un *compte-rendu*, enfin la *feuille de route* établit le programme de travail jusqu'à la réunion suivante. Entre les réunions de la

cellule, les communications et le travail commun aux différents thèmes se réalisent principalement par courrier électronique. La réflexion, au sein de la cellule de formation, porte principalement sur deux points : l'organisation de la formation (cf. 1.3) et la conception des ressources pédagogiques (cf. 2).

1.3 L'organisation de la formation

Ce suivi s'adresse à des enseignants ayant bénéficié d'un stage d'initiation classique. La première année, 90 enseignants ont participé à cette formation (la seconde année 121), 19 formateurs animent ce dispositif. La formation alterne des journées en présentiel (trois séances en présentiel pour chaque thème) et des communications à distance.

La première journée permet de présenter le dispositif général SFODEM, la plate-forme Plei@d et ses principales fonctionnalités, les objectifs de formation spécifiques à chaque thème ; elle permet aussi d'organiser les modes de communication et de travail internes à chaque thème et de discuter un programme de réalisation. La deuxième séance, à mi-parcours, a pour objectif de faire le point, de résoudre d'éventuelles difficultés techniques apparues, d'ajuster les modes de communication et de réguler le travail commun, d'échanger sur les premiers bilans d'expérimentation et sur les nouvelles ressources en cours d'élaboration. La dernière séance (mi-mai) permet de faire un bilan général de la formation et d'envisager les modifications susceptibles d'améliorer le dispositif ; l'ensemble des stagiaires des 5 thèmes se réunit pour une présentation des ressources et un échange général sur les productions et les modes de travail.

Après la première réunion en présentiel, les formateurs de chaque thème mettent à dis-

position sur la plate-forme les premières ressources. Dans un premier temps, le choix est fait de limiter à 2 ou 3 le nombre de ressources par thème, afin de réduire la dispersion des travaux et de *renforcer les possibilités de communication* sur le contenu des ressources et sur *l'expérimentation* de celles-ci dans les classes des stagiaires. Les échanges liés à l'expérimentation des ressources, à la discussion sur des problèmes techniques ou pédagogiques et à l'élaboration de nouvelles ressources peuvent se faire en utilisant les fonctionnalités de communication de la plate-forme (forum et chat lent). L'organisation décrite suppose que la plate-forme fonctionne normalement (ce qui n'a pas été le cas lors de la première année d'expérimentation), c'est pourquoi les échanges se sont souvent effectués par courriers électroniques.

Il faut souligner que la participation à un tel dispositif implique :

- un *fort investissement personnel* pour les stagiaires, devant participer aux trois journées de présentiel, répondre aux sollicitations à distance (questionnaires, mel, forum, chat), expérimenter les ressources dans leurs classes et renseigner les "comptes rendus d'expérimentation" ;
- un *fort investissement personnel* pour les formateurs, devant participer aux six réunions de la cellule de formation, aux trois journées de présentiel, devant animer et réguler les interactions à distance et être des éléments moteurs dans le processus de conception et de réalisation de ressources.

Il s'est rapidement avéré nécessaire d'explicitier les engagements des différents acteurs du dispositif, afin que les individus puissent s'engager en connaissance de cause dans une structure qui nécessite une implication plus

forte que les dispositifs traditionnels de formation. Quatre chartes ont été diffusées dès la première journée en présentiel de la deuxième année : la charte *pilotes*, la charte *formateurs* et la charte *stagiaires*. Une charte *établissement* a été envoyée aux établissements de chaque stagiaire pour que, dans la mesure du possible, ils mettent en place les conditions matérielles nécessaires pour permettre au professeur concerné de respecter ses engagements.

1.4. Les modes de travail spécifiques aux thèmes

A l'intérieur d'un cadre commun, chacun des thèmes a développé des modes de travail spécifiques, pour répondre aux problèmes rencontrés au cours du processus de formation et d'échange, la principale difficulté étant d'instaurer un travail *collaboratif* entre les stagiaires, ce mode de travail étant généralement peu installé dans les pratiques professionnelles. Les formateurs ont essayé de favoriser la production et l'expérimentation de ressources en créant des *sous-groupes* de travail autour d'un sujet, en utilisant le forum de Plei@d pour provoquer et maintenir dans le temps une réflexion commune autour d'un thème. Par exemple, des *germes de ressources* ont été proposés comme sujet de forum. En effet, leur caractère incomplet se prête plus facilement à une discussion entre les stagiaires qui se sont montrés plus réticents à discuter une ressource "experte" conçue par des formateurs.

Le thème 5 présente une spécificité par rapport aux autres thèmes, puisqu'il met en jeu des interactions entre enseignants (formateurs et stagiaires), mais aussi entre les élèves de leurs classes, autour de la résolution de problèmes qui sont de véritables problèmes ouverts de recherche (cf. tableau 1). Par conséquent, leur complexité nécessite des échanges,

Problème des gardiens de musées

On s'intéresse à la surveillance d'une salle de musée, dont les murs sont rectilignes : on y place des gardiens qui sont assis sur des chaises. Ces chaises sont fixées au sol (les gardiens ne peuvent donc pas se déplacer dans la salle), mais elles sont pivotantes (les gardiens peuvent donc voir dans toutes les directions à partir de leur position).

Quel est le nombre minimum de gardiens dont il faut disposer pour surveiller toute la salle, et où faut-il les placer ?

Tableau 1. Un exemple de problème ouvert

une recherche en groupe et un travail collaboratif pour arriver à des résultats intéressants. Voici (tableau 2 ci-contre) un exemple d'échange des travaux réalisés par courriel...

La description des modes de travail internes aux différents thèmes est décrite en détails dans (Guin, Joab & Trouche 2003). Dans ce paragraphe, nous avons simplement voulu mettre en évidence que les différentes initiatives prises par les formateurs au sein de chaque thème ont contribué, grâce aux discussions de la cellule de formation, à définir certaines conditions nécessaires pour installer un travail collaboratif au sein de chaque thème.

2. Le processus de conception et de production de ressources pédagogiques

Entre la première et la deuxième année d'expérimentation, les ressources réalisées

- > Bonjour à tous. J'ai eu une idée.
- > Dans chaque cas, il est intéressant de
- > colorier les intersections des demi-plans
- > donnés par les
- > côtés des angles rentrants.
- > Il y a besoin d'un gardien par intersection
- > disjointe.
- > Dans le fichier salles-7 côtés-2 rentrants,
- > j'ai dessiné 2 salles avec 7 côtés et 2
- > angles rentrants.
- > Dans la figure 1, les intersections des
- > demi-plans définis par les droites rouges
- > et les droites
- > vertes ne sont pas disjointes et on n'a
- > besoin que d'un gardien pour cette salle.
- > Dans la figure 2, les intersections des
- > demi-plans définis par les droites rouges
- > et les droites
- > vertes sont disjointes et on a besoin de 2
- > gardiens pour cette salle (1 par zone
- > coloriée) .
- > J'ai fait la même chose sur les 3 autres
- > fichiers.
- > Excusez-moi mais la semaine passée, le
- > fichier salle7-2 était impossible à ouvrir.

Tableau 2. *Un exemple de courriel échangé en cours de recherche*

dans le cadre du SFODEM ont beaucoup évolué, sur le plan de l'*indexation*, de la *structuration* et de l'*écriture*.

2.1 Indexation des ressources et métadonnées

La *mutualisation* des ressources pédagogiques nécessite de mettre en place une description commune. En effet, les enseignants qui mettent en œuvre les ressources pédagogiques n'en sont pas nécessairement les

auteurs. Ils doivent trouver rapidement celles qui correspondent à leurs besoins et pour cela en appréhender le contenu, sans les lire in extenso. Ils doivent également disposer de leur mode d'emploi. Ils peuvent alors *adapter* une ressource à leurs besoins propres ou éventuellement composer une nouvelle ressource à partir de ressources existantes. Ils peuvent aussi *enrichir* une ressource existante de retours d'expérimentations. Il est nécessaire pour cela de prévoir un mécanisme d'indexation et de recherche adéquat. Pour ce faire, on associe des informations qui caractérisent la ressource pédagogique, nommées *métadonnées*, à la ressource elle-même (De La Passardière & Giroire, in Desmoulins & al 2001).

Pour que les ressources pédagogiques du SFODEM puissent être conçues dans cet esprit de *mutualisation*, les pilotes ont présenté aux formateurs du SFODEM, dès la mise en place du dispositif, des *normes* de ressources pédagogiques (LOM). Bien que Plei@d ne dispose pas d'un mécanisme de recherche élaboré, les pilotes ont proposé d'emblée d'associer aux ressources pédagogiques du SFODEM des métadonnées qui permettent leur indexation en conformité avec ces normes. Par extraction du LOM, une fiche d'identification des ressources du SFODEM a été constituée (cf. une instanciation de cette fiche, tableau 3, page suivante). Chaque ressource est ainsi documentée pour faciliter la recherche.

Les métadonnées spécifiées visent à faciliter la sélection par les enseignants de ressources pédagogiques. Il faut noter que cette réflexion sur l'indexation des ressources était fort peu présente dans les équipes de l'Irem avant le démarrage du projet SFODEM. Ce travail a contraint les auteurs à s'interroger simultanément sur la pertinence des TICE utilisées, sur l'adéquation des ressources avec les

NUMÉRO DU THEME : 2	
1. Rubrique Général	
Titre	Équations de droites et systèmes linéaires
Description	Activité à réaliser en module ou classe entière avec un dispositif de rétroprojection. Triple objectif : mathématique (lien entre intersection de droites et systèmes), calculatrices (lien entre éditeur d'équation et application graphique), pédagogique (conjectures et démonstration).
2. Rubrique Cycle de vie	
Version	2
Contribution (Rôle, Entité, Date).	Auteur : Christian Faure Entité : IREM de Montpellier Date : Avril 2001.
3. Rubrique Technique	
Format	Acrobat reader 4.
Taille des données	104 KO.
Localisation	Thème 2 ; pédagogie ; TP Derive.
Configuration	Standard
4. Rubrique pédagogique	
Type de ressource	TP ou module à réaliser en seconde, comportant en particulier un énoncé et un scénario d'exploitation possible.
Contexte	Enseignement secondaire.
Niveau scolaire	Classe de seconde
Difficulté	Globalement 3, mais en fait graduée.
Durée standard	1 h en classe (peut être terminé à la maison).
Scénario proposé	En TP, recherche en binôme des élèves pendant 20 minutes, puis phase collective avec rétroprojecteur de 20 minutes ; dernière phase de recherche par binôme.
6. Rubrique annotation	
Appréciation	Pas de retour, sauf manifestation orale lors de la demi-journée de bilan d'un des stagiaires qui a trouvé la ressource intéressante, mais qui ne l'a pas expérimentée.
7. Rubrique contenu sémantique	
Discipline	Mathématiques
Sous discipline	Géométrie analytique
Thème principal	Équation de droites et systèmes linéaires
Autres thèmes	Représentations de droites
Objectif pédagogique	Développer un aller-retour entre des phases de conjectures et de vérification, démonstration. Exploiter la complémentarité d'une calculatrice symbolique rétroprojetée et des calculatrices graphiques des élèves.

Tableau 3. *Fiche d'identification d'une ressource*

programmes scolaires et sur les objectifs généraux de l'activité proposée.

2.2 La structuration des ressources

Les ressources pédagogiques du SFODEM sont destinées aux enseignants. Elles sont conçues de façon à leur faciliter l'appropriation technique des outils, leur intégration disciplinaire et leur mise en œuvre dans les classes. À ces fins, un *modèle de structure* des ressources pédagogiques a été défini, de telle façon que l'enseignant retrouve d'une ressource à l'autre les mêmes rubriques, présentées dans le même ordre et surtout remplies dans le même esprit. Ce modèle a été élaboré par étapes, dans le cadre de la cellule de

formation : il a été établi de manière *ascendante* à partir des ressources conçues par les formateurs puis confronté aux normes en matière d'objets pédagogiques, mais aussi de manière *descendante*, proposé aux formateurs pour concevoir leurs ressources en conformité au modèle.

Les formateurs du SFODEM ont ensuite expérimenté leurs ressources et explicité un ou plusieurs scénarios d'usage initiaux. Puis, ils ont demandé aux stagiaires en formation de tester les ressources. Le modèle récupère donc les caractéristiques communes et les informations importantes de l'ensemble initial de ressources. Il est *enrichi* par les types d'informations présentes dans les normes,

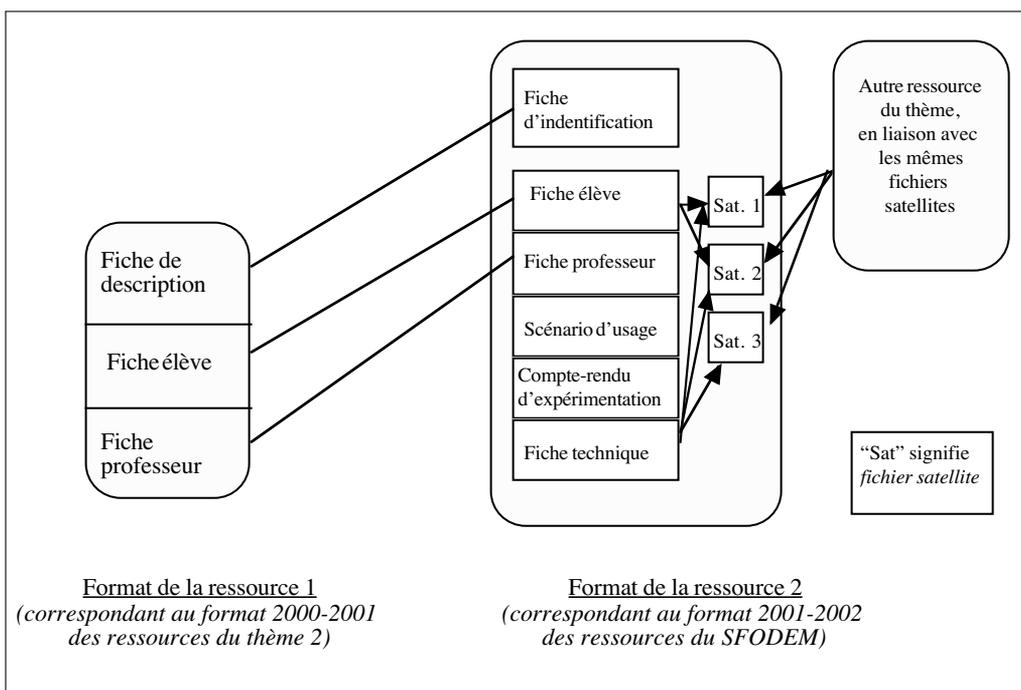


Figure 2. Évolution des ressources du SFODEM

puis *validé* par l'amélioration des ressources obtenues par application du modèle et par sa mise en œuvre dans la conception de nouvelles ressources par les stagiaires.

A l'issue de la première année, la composition d'une ressource pédagogique fait l'objet d'un consensus au sein du SFODEM. Une ressource pédagogique est formée de documents *indissociables* : outre la fiche d'identification, un *document élève*, un *document professeur*, des *scénarios d'usage* (Allen & al, in Baron & al 1991 ; Vivet, ibidem) une *fiche technique*, des *comptes-rendus d'expérimentation*, des *fichiers exécutable*s (fichiers Cabri ou Excel par exemple) et des *fichiers satellites*, éventuellement communs à plusieurs ressources, comportant des compléments théoriques ou techniques (cf. figure 2).

La *fiche élève* donne à l'utilisateur un document à distribuer aux élèves pour présenter le déroulement et le contenu de l'activité.

— La *fiche professeur* rappelle et précise les objectifs pédagogiques (rubriques *programme officiel*, *objectifs pédagogiques*, *intérêt*) et les pré-requis. Elle précise la contribution des TICE à la réalisation des objectifs pédagogiques (rubriques *intérêt* et *description de l'activité instrumentée*).

— La *fiche technique* sépare clairement les différents aspects de la mise en œuvre. Elle facilite pour l'utilisateur l'appropriation technique de la ressource. Dans sa description, les auteurs utilisent les fonctionnalités générales des logiciels plutôt que des fonctionnalités spécifiques. De cette façon, la ressource reste exploitable pour différents logiciels. Par exemple, la fiche technique sera utilisable pour différents logiciels de calcul formel (Maple, Mathematica, etc.) et renverra à un

manuel utilisateur pour la mise en œuvre spécifique au logiciel.

— Les *scénarios d'usage* décrivent étape par étape le déroulement de l'activité en classe en indiquant pour chacune de ces étapes, la situation, la tâche à réaliser, sa durée, l'acteur qui la réalise et les outils et supports nécessaires.

2.3 L'écriture des ressources

Le modèle de ressources permet ainsi de distinguer les niveaux technique et pédagogique. La rédaction de ressources *indépendamment* d'un logiciel particulier fait apparaître les fonctions du logiciel de façon générique et non les actions de bas niveau. Le tableau 4 montre un exemple de l'évolution d'une ressource : cette évolution favorise une *prise de distance* des concepteurs par rapport à l'outil. Elle favorise également, pour les utilisateurs, l'appropriation, la mutualisation et l'exploitation des ressources dans différents environnements technologiques et devrait faciliter ainsi l'intégration des TICE.

Conformément aux attentes des pilotes, la phase de révision des ressources existantes a provoqué une évolution importante de ces ressources. En particulier, l'ajout de *scénarios d'usage* apparaît comme une innovation majeure ; voici, par exemple, les commentaires de deux formateurs :

“ Les scénarios, à condition qu'ils soient réellement expérimentés en classe, peuvent apporter la preuve que l'activité proposée est effectivement réalisable. Cela peut donner confiance aux professeurs qui n'auraient pas l'expérience de l'intégration de l'outil informatique dans leur enseignement ” ;

Extrait d'une ressource 2000-2001

Dans $\overline{Y=}$, saisir l'expression des fonctions affines représentées par (KA) et (OB). On peut laisser disponibles les registres Y1...Y10 pour les propositions des élèves.

Noter : le menu $\overline{F4}$ $\sqrt{\quad}$ permet de sélectionner et de désélectionner les fonctions qui seront tracées ; le menu $\overline{F6}$ Style permet de repérer la représentation de la fonction qui est en train d'être saisie (passée en gras par exemple).

Extrait d'une ressource 2001-2002

- a) Travail préliminaire papier/crayon pour obtenir l'équation des droites
- b) Mise en route de la calculatrice
- c) Saisir l'expression des fonctions affines représentées par (KM) et (ON).
- d) Régler la fenêtre graphique avec le zoom [standard].
- e) Déterminer les coordonnées du point d'intersection par le calcul et modifier la fenêtre pour mettre en évidence ce point dans l'écran graphique.

Tableau 4. *Evolution de l'écriture d'une ressource*

“ L'évolution la plus importante est la décision d'inclure dans chaque ressource un exemple de scénario. Si le risque existe de laisser croire que le scénario proposé est le seul possible, risque que l'on peut réduire en en présentant plusieurs, l'avantage essentiel est l'aide ainsi apportée à l'utilisateur en lui permettant d'anticiper, de mieux se mettre en situation de classe ”.

Cet enrichissement des ressources pédagogiques, constaté dans SFODEM tout au long de la première année, est sans doute à mettre en relation d'une part avec le modèle proposé, d'autre part avec les nouveaux besoins d'explicitation de la mise en œuvre des ressources, nés du caractère à *distance* de la formation.

3. Quelques éléments de bilan

Les questionnaires proposés à différents moments de l'expérimentation permettent de tirer un bilan du point de vue des établissements scolaires des stagiaires, du point de vue des stagiaires eux-mêmes et des formateurs.

3.1. Du côté des établissements

Les matériels informatiques sont théoriquement accessibles aux enseignants, cependant lorsque les questions se précisent, il s'avère que la salle informatique est en priorité réservée aux TPE et aux matières technologiques, en réalité disponible... le samedi matin ou uniquement en présence de l'emploi-jeune chargé de la maintenance en demi-classe, que l'ordinateur portable est plutôt destiné à un usage autre que pédagogique (conseils de classe), que le vidéoprojecteur semble un matériel trop précieux pour être confié aux enseignants sans de fortes contraintes administratives qui s'avèrent décourageantes.

En ce qui concerne l'équipement spécifique aux mathématiques, il est *beaucoup plus réduit* que pour d'autres disciplines (technologie ou sciences physiques par exemple). La majorité des établissements ne dispose *pas* d'une tablette de *rétroprojection* et, quand elle existe, les enseignants soulignent la difficulté d'utilisation de ce matériel (planning sur-

chargé, implantation du matériel dans une salle spécifique, tablette non dédiée au calcul symbolique, matériel sous la responsabilité d'un chef de travaux craignant que les enseignants ne l'abîment). Parmi les établissements concernés, les projets d'équipement sont rares, ils concernent en général des équipements en vidéo-projection.

Les logiciels disponibles sont essentiellement les logiciels de bureautique classique (Word et Excel) ; même le logiciel Winzip (pourtant dans le domaine public !) n'est pas disponible dans tous les établissements. Les logiciels de calcul formel sont très peu disponibles en dehors des lycées intégrant des classes préparatoires et tous les établissements ne possèdent *pas* encore au moins un logiciel de géométrie.

En résumé, force est de constater que, même si l'institution semble vouloir favoriser l'intégration des TICE dans le système scolaire, toutes les conditions matérielles ne sont pas encore réunies pour encourager les enseignants qui seraient motivés : la disponibilité du matériel souhaité (rétroprojection ou vidéoprojection), dans une classe donnée à un instant donné, exige une démarche suffisamment pénible pour que la grande majorité des enseignants y renoncent.

C'est pourquoi, au début de la deuxième année, les formateurs ont envoyé dans chaque établissement des stagiaires une demande de mise à disposition du matériel nécessaire à la formation accompagnée de la charte établissement (cf. 1.3). La situation n'a évidemment pas été profondément modifiée, mais certaines commandes d'équipement ont été ponctuellement effectuées, suite à cette demande.

3.2. Du côté des stagiaires

Parmi les 90 stagiaires de la première année, 33 se sont réinscrits pour la deuxième année (malgré les nombreux dysfonctionnements de la plate forme pendant cette première année), ce qui manifeste un intérêt certain pour ce type de formation. Leurs appréciations sur le dispositif SFODEM donnent des informations sur quelques aspects essentiels de l'expérience :

— sur les ressources mises en ligne :

“ Les ressources mises en ligne permettent le partage de celles-ci avec les autres stagiaires, la possibilité d'en faire d'autres expérimentations en suivant ou non un autre scénario. Cela permet également d'avoir toujours ces ressources à disposition, pour peu qu'il y ait un ordinateur connecté à Internet à proximité. Leur mise en forme facilitant la communication et la compréhension, on peut sans problème expérimenter ces activités. Ressources très intéressantes, mais il y en a trop peu ” (thème 1) ;

“ Les ressources peuvent être modifiées facilement pour s'adapter à un autre niveau. J'ai également utilisé le test sur le carré d'un nombre en troisième, et adapté le test sur le programme de calcul au niveau 6ème. Je compte réutiliser en les améliorant ces ressources l'an prochain ” (thème 1) ;

“ Découverte et analyse d'activités déjà testées dans des classes et transférables dans ma classe. Ces ressources sont très bien ; j'en ai utilisé et j'ai le projet de vous en envoyer, mais je suis en retard ” (thème 2) ;

— sur l'intérêt des séances en présentiel :

“ Les journées de présentiel permettent de redonner une impulsion au travail en cours,

avant et après la journée. Elles permettent également une mise en commun des difficultés rencontrées tant pour l'utilisation de l'outil informatique que pour la conception et l'utilisation des séances en classe. Ces journées m'ont énormément apporté, les collègues fourmillaient d'idées et de critiques très constructives" (thème 1) ;

" Les journées de présentiel permettent de confronter les différentes expériences avec les classes et de faire une synthèse des nouveaux besoins (logiciels, par exemple) " (thème 3) ;

" Les journées de présentiel permettent l'analyse de ressources, l'échange de points de vue, le travail coopératif de création d'une ressource " (thème 2) ;

— sur l'intérêt des outils de communication à distance :

" Le forum a permis un échange d'idées sur un thème de départ donné. Cela crée un lien entre tous les stagiaires " (thème 1) ;

" Le courrier électronique a permis un réel travail à distance à l'aide des listes de diffusion qui ont permis l'envoi et la diffusion de documents en cours d'élaboration à tous les stagiaires ou seulement une partie d'entre eux, ainsi qu'aux formateurs. C'est vraiment l'outil le plus pratique pour permettre un réel travail en commun à distance. Possibilité de discuter de ma ressource avec les formateurs et de la modifier et de transmettre des documents par un moyen pratique et rapide à un moment choisi (heure, jour quelconques) " (thème 1) ;

" Je n'éprouve pas le besoin de me connecter parce que je ne sais pas quoi chercher. Comme je manipule très peu Internet chez moi, je n'ai pas pris l'habitude d'aller sur Internet de manière naturelle. Je me suis abonné à Internet uniquement pour Plei@d et il est vrai que j'ai un forfait de 10 h que je n'utilise absolument pas.

En fait, je n'ai pas le réflexe d'aller sur Plei@d. C'est un peu un manque d'habitude, ce n'est pas une façon de travailler dont j'ai l'habitude. Je ne sais pas télécharger non plus. Il y a aussi cet aspect : le fait de ne pas savoir bien utiliser Internet m'a rebuté un peu " (thème 2).

Ces remarques donnent une idée de l'intérêt du dispositif pour l'évolution des pratiques professionnelles, elles donnent aussi la mesure des difficultés et du chemin qui reste à parcourir.

3.3. Du côté des formateurs

Le travail au sein de la cellule de formation (cf. 1.2) a été essentiel pour les formateurs. La définition de la *structuration d'une ressource* a fait l'objet d'un travail collaboratif au sein de la cellule (cf. 2) : les pilotes ont proposé une première structure qui a été testée par les formateurs de chaque thème sur deux de leurs propres ressources. La présentation, durant les deuxième et troisième réunions de la cellule, de ces nouvelles ressources a suscité des discussions qui ont permis de mettre au point une structure commune aux différents thèmes, malgré leur diversité. Chaque thème a ensuite adopté cette nouvelle structure pour réécrire deux de ses ressources qui ont été ensuite placées sur la plate-forme, de manière à servir de modèle pour les stagiaires.

Les réunions en présentiel ont permis aussi de trouver les moyens de gérer l'*accompagnement* des stagiaires (aussi bien sur le plan technique que théorique, mathématique et didactique) au cours des différentes phases du processus de conception (élaboration d'une fiche-projet structurée, d'un cahier des charges et d'un prototype, réalisation, expérimentation et évaluation de la ressource, description

et réalisation finale en conformité avec la structure commune définie). Les formateurs se sont heurtés à des difficultés importantes pour instaurer un travail collaboratif entre des stagiaires qui n'ont aucune expérience dans ce domaine : débattre entre collègues autour d'une proposition concrète de séquence d'enseignement est une situation réellement atypique, au-delà des problèmes d'intégration de TICE ou de communication à distance. En outre, le rôle de "compagnon", c'est-à-dire de *partenaire* dans un processus d'accompagnement, n'est pas aisé à gérer de la part des formateurs confrontés, eux aussi à une *rupture* avec les pratiques de formation classique.

Les réflexions et discussions de la cellule visant à surmonter ces difficultés se sont appuyées simultanément sur les travaux existant en matière de travail collaboratif (Dillenbourg 1999) et sur les pratiques de formation développées au sein du thème 1. En effet, les formateurs de ce thème ont réussi à instaurer une culture commune et une dynamique de groupe nécessaires au bon fonctionnement de ce dispositif de formation. En particulier, ils ont pu, en valorisant la conception par les stagiaires de ressources modestes et évolutives, installer un climat de confiance préalable au travail collaboratif, puis relancer régulièrement les stagiaires à distance, enfin recadrer le travail durant les séances en présentiel en s'appuyant sur un texte de référence distribué en début d'année explicitant les objectifs de la formation.

Des remarques des formateurs donnent des informations utiles sur différents aspects de cette expérience :

— **sur la cellule de formation :**

“ Le travail réalisé au sein de la cellule est essentiel pour canaliser, synchroniser et syn-

thétiser les apports de chaque thème à la définition du SFODEM en termes de contenu et de production ” (thème 2) ;

— **sur le métier de formateur :**

“ Le dispositif de suivi à distance demande une implication plus grande dans le stage en termes de temps et aussi pour évaluer l'appropriation du contenu de formation par les stagiaires. Le formateur doit être plus disponible pour conseiller et répondre aux courriers, lire les messages du forum et relancer et motiver les stagiaires, si nécessaire (thème 2) ;

Pour les formateurs qui participent au dispositif SFODEM, il y a eu répercussion sur le contenu des stages classiques qu'ils effectuent : proposition de davantage d'activités (type germes de ressources) qui leur semblent permettre une meilleure appropriation de l'outil par les stagiaires, même débutants ” (thème 2) ;

— **sur l'évaluation de la formation :**

“ Dans un stage classique de 3 jours, il y a peu de moyens pour observer l'évolution des pratiques des enseignants et le formateur ne se sent guère concerné par ce contrôle. Dans le cadre de ce dispositif de formation à distance, les moyens sont donnés et cette évolution est un des enjeux fondamentaux du stage. Aussi le formateur devient sensible à tous les indices révélant des changements de pratiques ” (thème 2) ;

“ Par la connaissance des expérimentations des stagiaires, de ses commentaires, des conclusions qu'il en tire, le formateur est à même de mesurer davantage l'impact de la formation proposée par rapport à un dispositif de formation classique. Des stagiaires ont d'ailleurs reconnu que la demande de faire

des compte-rendus d'expérimentations les a obligés à faire un travail nouveau pour eux consistant à analyser les différents types de réponses des élèves ; ils ont témoigné que cela a été très enrichissant pour eux et qu'ainsi, ils ont appris à mieux cerner les choix à faire pour leur enseignement ” (thème 1).

4. Perspectives

4.1. Conclusion de la phase expérimentale du SFODEM

La valorisation du travail important réalisé par les stagiaires interne au dispositif SFODEM est certainement insuffisante : comme le soulignent tous les formateurs, une *valorisation institutionnelle* permettrait sans doute un investissement plus important de la part des stagiaires et un engagement plus ferme dans un travail qui s'inscrit nécessairement dans la *durée*.

Outre la difficulté à instaurer un travail collaboratif, les formateurs ont été confrontés également à des réticences fortes de la part des stagiaires à produire des documents *écrits*, que ce soient pour les compte-rendus d'expérimentation ou les documents internes aux ressources : il semble que le fait de devoir *explicitement* ses propres choix pédagogiques constitue un obstacle réel pour les stagiaires à la mutualisation des ressources et au débat critique. Même si, durant la deuxième année de cette phase expérimentale, les stagiaires ont été nettement plus nombreux à expérimenter réellement des ressources dans leurs classes, seule une minorité accepte de fournir un compte-rendu écrit, ce qui constitue un frein important à l'évolution des ressources. Les séances en présentiel qui permettent des communications orales sont

donc indispensables pour pouvoir réguler le dispositif de formation.

Enfin, mettre en place de nouveaux modes de travail n'est réalisable que dans la *durée* : dans tous les thèmes, ce sont les stagiaires qui avaient suivi l'année précédente la formation qui se sont impliqués véritablement dans le dispositif, avec une participation collaborative et active à cet atelier virtuel de conception de ressources. Finalement, s'il est difficile d'amener les stagiaires à s'impliquer dans ce type de dispositif, ceux qui s'impliquent le font nécessairement davantage que dans une formation classique, le travail collaboratif amène alors les stagiaires à évoluer de manière significative dans leur pratique de formation :

- par l'échange de travaux en cours d'élaboration, mais déjà porteurs d'idées ;
- par la recherche et l'acceptation de la critique ;
- par le développement d'arguments et de justifications ;
- par les demandes d'aide ou de formation.

Dans ce contexte, les stagiaires deviennent davantage *acteurs* de leur formation et l'on peut raisonnablement émettre l'hypothèse que ce type de formation peut conduire à un renouvellement des pratiques professionnelles sur le moyen terme. Le projet que nous nous étions fixé pouvait paraître démesuré dans ses ambitions, puisqu'il s'appuyait sur un outil inconnu et visait des modes de travail complètement nouveaux pour les différents acteurs, que ce soient les enseignants, les formateurs ou les chercheurs. L'ampleur du travail réalisé, malgré des conditions matérielles difficiles dans cette phase expérimentale, et l'intérêt que de *jeunes enseignants* ont témoigné pour ce nouveau dispositif (qui s'est concrétisé par un

travail important) confirment la pertinence de nos objectifs.

L'ajustement des modes de fonctionnement que nous avons réalisé durant cette phase expérimentale nous permet d'envisager la phase opérationnelle avec confiance. Cependant, rappelons deux conditions nécessaires à la réussite de ce projet :

— d'une part, l'équipement indispensable des professeurs de mathématiques et des établissements (la CREM, Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques, suggère ainsi la création de laboratoires de mathématiques (Kahane 2002)) ;

— d'autre part, la stabilité institutionnelle de ce dispositif, actuellement tributaire de moyens attribués essentiellement au niveau académique et par conséquent remis totalement en question au début de chaque année scolaire.

4.2. Le passage à une phase opérationnelle du dispositif

En septembre 2002, le dispositif SFO-DEM est passé à une phase opérationnelle, pour les trois thèmes qui avaient développé un réel travail collaboratif en liaison avec la cellule de formation et leurs stagiaires. Le dispositif devra certainement encore évoluer. Le métier de formateur est à construire dans le domaine de la formation à distance : nous avons observé durant la phase expérimentale que cette distance doit être compensée par une organisation dans le temps soigneusement structurée. Force est de constater que, durant cette phase expérimentale, la mise à jour de la mémoire de travail par écrit des différents thèmes était encore embryonnaire et que le passage à l'écrit, pourtant incontour-

nable dans ce contexte, rencontre des résistances importantes parmi formateurs et stagiaires, sans doute parce qu'il contraint à expliciter des choix didactiques qui restent le plus souvent implicites.

Les modes de communication et de collaboration entre les différents acteurs du projet doivent être également repensés en réfléchissant à des protocoles de communication plus structurés et plus efficaces. Les formateurs devront donc nécessairement préciser quel rôle spécifique ils souhaitent assigner à chaque fonctionnalité dans le travail interne à chaque groupe et structurer les échanges de manière plus opérationnelle. Force est de constater que, durant la phase expérimentale, les fonctionnalités de la plate-forme, telles que forum et chat lent, n'ont pas pu être exploitées de manière efficace dans la communication avec les stagiaires, même si elles ont été testées. L'expérience acquise par les formateurs du thème 5 dans ce domaine devrait pouvoir être transférée aux autres thèmes.

S'il est certain que l'évolution du dispositif la deuxième année, a permis d'améliorer de manière significative le fonctionnement de la formation pour tous les thèmes, il faudra certainement continuer à faire évoluer les rôles des différents acteurs du projet : informaticiens, didacticiens, formateurs, responsables de la plate-forme. Dans cette perspective, les chartes ont été complétées et la structure du dispositif repensée : elle s'enrichit d'une cellule de soutien technique chargée d'aider les différents thèmes à développer leurs ressources électroniques. Ainsi, nous avons libéré les auteurs des problèmes de réalisation informatique pour leur permettre de centrer leurs efforts sur la conception didactique des ressources. Cette cellule mettra également en œuvre des techniques faci-

litant la maintenance et la réutilisation des ressources. En outre, un *coordonnateur* sera chargé de favoriser les échanges entre les différents thèmes, les pilotes et la cellule de soutien technique.

Dans cette phase plus opérationnelle, une réflexion s'impose pour que la cellule de formation trouve des moyens efficaces pour instaurer un *climat de confiance* entre les stagiaires, valoriser leur travail, puis *maintenir*, dans la communication à distance, leur *motivation* et leur *engagement*. Certaines pistes ont été mises en évidence dans la phase expérimentale, mais l'effort doit être poursuivi dans la phase opérationnelle. Cependant, rappelons que la *rupture* que constitue ce type de fonctionnement par rapport aux pratiques enseignantes est si importante que la *viabilité* de cette organisation ne pourra s'évaluer que sur le moyen terme.

La réflexion sur la description des ressources pédagogiques évoluera encore en interaction avec les recherches qui se développent actuellement au niveau européen pour une normalisation, mais nous pensons que le noyau essentiel a été mis en évidence au cours de la deuxième année de cette phase expérimentale. La structure des scénarios d'usage et des compte-rendus d'expérimentation est sans doute encore appelée à évoluer pour faire vivre nos ressources pédagogiques. Ces documents sont essentiels pour constituer des *ressources vivantes*, c'est-à-dire des ressources qui évoluent *par et pour* leurs utilisateurs.

4.3. Une phase expérimentale qui commence en DEUG

L'Irem de Montpellier a lancé en septembre 2002 un nouveau dispositif expé-

mental, la FODESIT (FOrmation à Distance des Enseignants du Supérieur à l'Intégration des Technologies). L'objectif de ce dispositif, encore en germe, est de proposer aux enseignants exerçant dans les premiers cycles universitaires un travail sur la conception et l'expérimentation de ressources pédagogiques intégrant des TICE, en commençant par deux thèmes liés aux mathématiques :

1 — L'intégration des logiciels de calcul formel ;

2 — L'enseignement de la statistique dans un contexte de modélisation et de simulation.

Il s'agit de développer, à terme, une formation continue actuellement insuffisante au niveau de l'enseignement supérieur et d'accompagner une intégration des TICE pour le moment marginale. Ce dispositif devrait utiliser les résultats du SFODEM pour la méthode de conception des ressources et l'organisation des dispositifs de communication et de travail, ainsi que les ressources actuellement disponibles sur le web. La première phase de mise en place de ce dispositif s'étend sur deux ans.

Conclusion

A un moment de foisonnement et de dispersion des ressources pédagogiques sur la toile, les recherches, comme celles réalisées dans le cadre du SFODEM, sur la réalisation de ressources pédagogiques vivantes, répondant à des critères de qualité, sont certainement importantes. Elles le sont pour l'évolution des pratiques professionnelles des enseignants, elles le sont aussi pour le développement du réseau des Irem, pour lequel la production de ressources

constitue une activité essentielle. Le colloque ITEM (Intégration des Technologies dans l'Enseignement des Mathématiques), organisé par la commission Inter-Irem Math-Informatique et par l'IUFM de Reims en juin 2003, a été l'occasion de présenter cette expérience.

Les recherches sur le *travail collaboratif* et les *banques de ressources éducatives* n'en sont cependant qu'à leur début et sont très certainement appelées à se développer dans les années futures. Nous espérons que l'expérience du SFODEM et le bilan qui en a été tiré pourront contribuer à ce développement.

REFERENCES

Articles

- ABBOUD M. 1998. *Réflexions sur la formation des enseignants à l'utilisation de logiciels dans leur enseignement*, in Faire des mathématiques avec un système de calcul formel (Hirlimann ed), MEN et DESco, CRDP de Champagne-Ardenne.
- ARTIGUE M. 1998. *Teacher Training as a Key Issue for the Integration of Computer Technologies*, in IFIP. 1998. Information and Communication Technologies in School Mathematics, Chapman & Hall, pp.121-130.
- BARON M., GRAS R. & NICAUD J.-F. (eds) 1991. *Deuxièmes journées EIAO de Cachan*, Editions de l'ENS de Cachan.
- ALLEN R., CEDERBERG J. & WALLACE M., L'intégration de l'ordinateur dans l'enseignement de la géométrie par le développement et l'utilisation de scénarios, 33-44.
- VIVET M. Usage des tuteurs intelligents : prise en compte du contexte, rôle du maître, 239-246.
- BERNARD R. & al. 1997. *L'intégration des calculatrices dans la formation initiale des maîtres, rapport de recherche IUFM-MAFPEN*, Irem de Montpellier.
- BOULLIER D. 2000. *La loi du support : leçons de trois ans d'enseignement numérique à distance*. Les cahiers du Numérique, n°3, Editions Hermès.
- CFEM. 2002. *L'enseignement des mathématiques dans les pays francophones au XXIe siècle et ses perspectives pour le début du XXIe siècle*, Actes du colloque EM 2000, cédérom, Grenoble.
- GIRMENS Y., PELLEQUER S. & SECO M. *L'apprentissage des règles en algèbre*.
- GUIN D., DELGOULET J. & SALLES J. *Formation aux TICE : concevoir un dispositif d'enseignement autour d'un fichier rétroprojectable*.

- Collectif CNCRE. 2000. *De l'analyse de travaux concernant les TIC à la définition d'une problématique de leur intégration dans l'enseignement*, Irem de Paris VII.
- CORNU B. & BRIHAULT J. 2001. *Pour une rénovation du dispositif de formation des enseignants*, Rapport au Ministre de l'Education Nationale, MEN.DESMOULINS C., GRAND-BASTIEN M. & LABAT J.-M. 2001. EIAO'01, Sciences et Techniques Educatives, vol 8, Editions Hermès.
- BOUHINEAU D., NICAUD J.-F., PAVARD X. & SANDER O. *Un micromonde pour aider les élèves à apprendre l'algèbre*, pp. 33-47.
- De La PASSARDIERE B. & GIROIRE H. *XML au service des applications pédagogiques*, pp. 99-112.
- DILLENBOURG P. 1999. *What do you mean by «collaborative learning» ?* in P. Dillenbourg (ed), *Collaborative learning : Cognitive and computational approaches*, Oxford : Elsevier, pp.1-19, <http://www.lille.iufm.fr/labo/seminaire/rapport/seminaire.html>
- FONTANA J. & NOGUES M. 2002. *Simulation et modélisation*, Repères-Irem (46), pp. 39-50.
- GUIN D. 1999 (ed). Actes du colloque *Calculatrices symboliques et géométriques dans l'enseignement des mathématiques*, Irem de Montpellier.
- SALLES J. *TI-92 rétroprojetée, outil d'aide à l'introduction d'une notion, à la conjecture, à la découverte de propriétés, ... à partir de figures de base*, pp. 227-238.
- GUIN D. 2001. *Intégration des outils de calcul symbolique dans l'enseignement des mathématiques : comment concevoir une formation mieux adaptée ?* Actes de l'Université d'été, *Le métier d'enseignant de mathématiques au tournant du XXIème siècle*, APMEP, vol. 133, pp. 77-93.
- GUIN D. & TROUCHE L. 2002. *Calculatrices symboliques, faire d'un outil un instrument du travail mathématique : un problème didactique*, Editions La Pensée Sauvage, Grenoble.
- GUIN D., JOAB M. & TROUCHE L. 2003. *SFODEM, bilan de la phase expérimentale*, cédérom, IREM de Montpellier.
- Irem. 2001. *Des statistiques à la pensée statistique*, Irem de Montpellier.
- COMBES M.-C., LACAGE M., RAVIER J.-M., ROUX F. & SALLES J. *Le jeu de Franc-Carreau, expérimentation et simulation*, pp. 133-143.
- JANVIER M. *Des ressources sur l'Internet pour enseigner la statistique*, pp. 201-216.
- JEAN S., DELOZANNE E. & GRUGEON B. 1997. *Conception, réalisation et évaluation d'interface en EIAO, l'exemple de PEPITE*, in Baron M., Mendelsohn P. & Nicaud J.-F. (eds), EIAO'97, Sciences et Techniques Educatives, Editions Hermès, pp. 37-48.
- KAHANE J.-P. 2002. *L'enseignement des sciences mathématiques*, Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques, CNDP & Odile Jacob.
- SAUTER M. 1998. *Narrations de recherche : une nouvelle pratique pédagogique*, Repères-Irem (30), pp. 9-21.
- VASQUEZ BRONFMAN S. 2000. *Le practicum réflexif : un cadre pour l'apprentissage de savoir-faire ; le cas du campus virtuel des nouvelles technologies éducatives*, Sciences et techniques éducatives, vol 7, n°1, Editions Hermès, pp. 227-243.

Sites

- EDIX** <http://aplusix.imag.fr>
Edix est un logiciel d'aide à la résolution d'exercices d'algèbre
- IREM de Montpellier** <http://www.irem.univ-montp2.fr>
Dans la rubrique « ressources », un extrait des ressources SFODEM
- LAMIA** <http://www.lille.iufm.fr/labo/prologlabo.html>
Laboratoire Multimédia, Informatique et Apprentissage de l'IUFM de Lille
- LOM** <http://grouper.ieee.org/p1484>
- MATHENPOCHE** <http://mathenpoche.sesamath.net>
MathEnPoche est un logiciel destiné à aider les élèves sur toutes les notions exigibles du collège par l'intermédiaire d'exercices interactifs couplés à des aides animées
- PEPITE** <http://pepите.univ-lemans.fr/>
Diagnostic de compétence en algèbre élémentaire
- PLEI@D** <http://centre.pleiad.net/>
Plate-forme de télé formation du CNAM des Pays de Loire
- PUBLIREM** <http://www.univ-irem.fr/index.php>
Moteur de recherche des ressources pédagogiques des IREM
- TABLEAU VIRTUEL** <http://tableauvirtuel.com>
Le site propose au téléchargement des animations (Power-Point, Géoplan, Géospace, Virtual basic, Flash) utilisables en classe avec un système de projection.